

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 100 51 159 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
H 01 L 25/075  
H 01 L 23/48  
F 21 K 7/00  
// F21Y 101:02

⑯ Anmelder:  
OSRAM Opto Semiconductors GmbH & Co. oHG,  
93049 Regensburg, DE

⑯ Vertreter:  
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

⑯ Erfinder:  
Marchl, Werner, 93092 Barbing, DE; Späth, Werner,  
83607 Holzkirchen, DE; Waitl, Günter, 93049  
Regensburg, DE

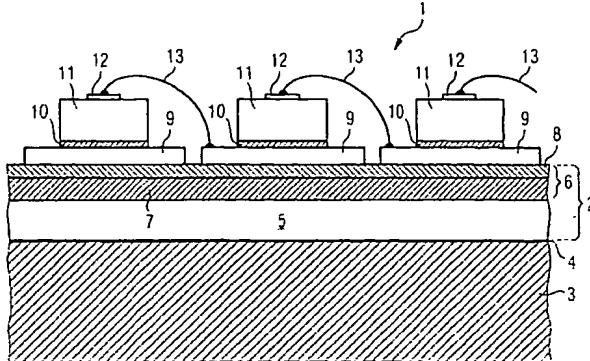
⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 198 28 970 C2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ LED-Modul, z.B. Weißlichtquelle

⑯ Die Erfindung beschreibt ein LED-Modul (1) mit einem Träger (2), der eine Halbleiterschicht (5) enthält und eine ebene Hauptfläche aufweist, auf der eine Mehrzahl von LED-Halbleiterkörpern (11) aufgebracht ist. Vorzugsweise werden LED-Halbleiterkörper (11) verwendet, die im Betrieb Licht verschiedener Zentralwellenlänge aussenden, so daß das LED-Modul (1) zur Erzeugung von mischfarbigem Licht und insbesondere zur Erzeugung von Weißlicht geeignet ist.



DE 100 51 159 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein LED-Modul (LED, light emitting diode, Leuchtdiode) nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] LED-Module sind beispielsweise aus IEEE Trans. Electron., Vol. E80-C, No. 2, February 1997 bekannt. Beschrieben ist hierin ein LED-Modul mit einem Siliziumsubstrat, das eine Mehrzahl von geätzten Vertiefungen aufweist, in denen jeweils ein LED-Chip angeordnet ist. Die schrägstehenden Wände der Vertiefungen dienen dabei als Reflektor für die emittierte Strahlung.

[0003] Für viele Anwendungen werden LED-Module mit geringen Abmessungen und hoher Leuchtdichte benötigt. Diese Module eignen sich insbesondere als Halbleiterlichtquelle in Verbindung mit abbildenden Optiken wie beispielsweise Projektoren.

[0004] Eine Erhöhung der Leuchtdichte eines LED-Moduls kann prinzipiell dadurch erreicht werden, daß die Packungsdichte der einzelnen Leuchtkörper erhöht wird, wobei zugleich die optische Ausgangsleistung beibehalten oder vergrößert wird.

[0005] Bei fortschreitender Miniaturisierung besteht ein Problem darin, die auf immer kleiner werdendem Raum entstehende elektrische Verlustwärme abzuführen.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein LED-Modul mit hoher Leuchtdichte zu schaffen, das eine möglichst hohe Packungsdichte der einzelnen LEDs aufweist und zugleich kostengünstig herstellbar ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein LED-Modul nach Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 28.

[0008] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß eine Mehrzahl von LEDs auf einem Träger aufgebracht ist, wobei der Träger mindestens eine Halbleiterschicht enthält und die LEDs auf einer ebenen Hauptfläche des Trägers angeordnet sind. Unter "LEDs" sind hierbei vor allem LED-Chips, also Leuchtdiodenhalbleiterkörper mit Kontaktflächen, zu verstehen.

[0009] Zur elektrischen und thermischen Verbindung zwischen den LEDs und der Umgebung des LED-Moduls sind dabei verschiedene Strukturen vorgesehen. Die Ableitung der elektrischen Verlustwärme erfolgt hauptsächlich durch den Träger hindurch. Für die elektrische Versorgung der LEDs sind gesonderte Leitungsstrukturen, vorzugsweise auf der Oberfläche des Trägers, ausgebildet.

[0010] Mit Vorteil ist durch die Anordnung der LEDs auf einer ebenen Hauptfläche des Trägers eine besonders hohe Packungsdichte der LEDs möglich. Weiter ist so eine sehr dünne Ausführung des Trägers möglich, durch die der thermische Widerstand des Trägers reduziert und die Absführung der Verlustwärme erleichtert wird.

[0011] Als Halbleitermaterial für die Halbleiterschicht im Träger wird vorzugsweise Silizium oder Galliumarsenid verwendet. Weitergehend sind auch gut wärmeleitende, keramikartige Materialien wie beispielsweise Aluminiumnitrid oder Boritnitrid oder Karbide wie beispielsweise Siliziumkarbid einsetzbar. Im folgenden sind auch diese Verbindungen sowie davon abgeleitete, bei der Herstellung von Halbleitern üblicherweise verwendete Materialien unter dem Begriff "Halbleiter" zu verstehen.

[0012] Mit Vorteil weisen solche Materialien, insbesondere Silizium, eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf und sind daher als Material für einen wärmeabführenden Träger sehr gut geeignet. Zudem werden die genannten Materialien häufig in der Halbleiterindustrie eingesetzt und sind dort leicht verfügbar. Vorzugsweise wird der Träger auf der Seite, auf der die LEDs aufgebracht sind, von einer elektrisch isolie-

renden Schicht begrenzt. Dadurch wird eine Parallelschaltung der LEDs verhindert, so daß eine individuelle Verschaltung der LEDs möglich ist. Weitergehend können auch mehrere Isolationsschichten ausgebildet sein, zwischen denen elektrisch leitfähige Schichten angeordnet sind. In dieser Ausgestaltung sind mit Vorteil komplexe Verschaltungen der einzelnen Leuchtkörper realisierbar.

[0013] Die Isolierschicht kann beispielsweise mit Hilfe bekannter Verfahren in Form einer Siliziumoxid- oder Siliziumnitridschicht gebildet sein. Bevorzugt ist die Isolierschicht zweilagig ausgeführt, wobei auf eine Siliziumoxid-schicht eine Siliziumnitridschicht aufgebracht ist. Diese Isolierschicht kann so dünn ausgeführt werden, daß sie die Wärmeleitfähigkeit des Trägers nicht beeinträchtigt. Weiterhin zeichnet sich eine solche Isolierschicht durch einen hohen Isolationsgrad und eine große Beständigkeit gegen Umgebungseinflüsse, insbesondere Feuchtigkeit, aus.

[0014] Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind auf dem Träger einzelne, voneinander getrennte, leitfähige Bereiche ausgebildet, auf die die einzelnen LEDs direkt oder über Zwischenschichten aufgebracht sind. Besonders bevorzugt sind hierbei leitfähige Bereiche mit einem hohen Reflexionsvermögen, die durch Reflexion der in Richtung des Trägers abgestrahlten Strahlungsanteile die Lichtausbeute des LED-Moduls erhöhen. Als Material für solche leitfähigen Bereiche mit hohem Reflexionsvermögen eignet sich beispielsweise Aluminium.

[0015] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, auf den leitfähigen Bereichen gesondert Chipanschlüsse auszubilden, die eine dauerhafte und sichere Befestigung der Halbleiterkörper bei gleichzeitig guter Kontaktgabe gewährleisten. Besonders geeignet sind Chipanschlüsse in Form eines Stapels dünner Metallschichten, wobei die einzelnen Schichten vorzugsweise Titan oder Edelmetalle wie Gold oder Platin enthalten.

[0016] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Träger mit der von den LEDs abgewandten Seite auf einen Kühlkörper aufgebracht, der vorzugsweise als Metallschicht oder Metallblock ausgebildet ist. Eine solche Metallschicht weist eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit auf und verbessert damit die Wärmeableitung aus dem LED-Modul. Zugleich wird die mechanische Stabilität des LED-Moduls erhöht. Mit Vorteil läßt sich so ein dicht gepacktes LED-Modul mit sehr hoher Leuchtdichte und einer effizienten Wärmeabfuhr schaffen.

[0017] Als Materialien für den Kühlkörper eignen insbesondere aufgrund ihrer hohen Wärmeleitfähigkeit Kupfer oder Aluminium. Vorzugsweise ist der Kühlkörper mit dem Träger mittels einer Lötmasse oder eines wärmeleitenden Klebstoffs verbunden, wodurch ebenfalls ein guter Wärmeübergang gewährleistet ist.

[0018] Bevorzugt werden bei der Erfindung LEDs auf einem Träger montiert, die im Betrieb jeweils Licht unterschiedlicher Farbe emittieren (im folgenden auch kurz als Farbe der LED bezeichnet). Damit ist mit der Erfindung die Erzeugung von mischfarbigem Licht möglich, wobei sich die Farbe des abgestrahlten Lichts additiv aus den Farben des von den einzelnen LEDs abgestrahlten Lichts ergibt.

[0019] Mit Vorteil ist dabei die Farbe des Mischlichts durch eine entsprechend unterschiedliche Bestrahlung der einzelnen LEDs einstellbar.

[0020] Eine andere Möglichkeit zur Festlegung der Mischfarbe besteht darin, LEDs gleicher Farbe in jeweils verschiedener Anzahl in einem LED-Modul zu verwenden. Beide Möglichkeiten können sowohl kumulativ als auch alternativ verwendet werden, wobei letztere den Vorteil einer gleichmäßigeren Verteilung des Betriebsstroms auf die einzelnen LEDs besitzt, während erstere im Betrieb flexibler ist.

und eine präzisere Einstellung des Farborts ermöglicht.

[0021] Besonders bevorzugt werden LEDs, die Licht mit einer Zentralwellenlänge im roten, grünen, und blauen Spektralbereich emittieren, zusammen, beispielsweise zu gleichen Anteilen, bei der Erfindung eingesetzt. Damit wird ein LED-Modul geschaffen, das bei entsprechender Bestrahlung mit hoher Leuchtdichte weißes Licht emittiert. Weitergehend kann durch Variation der Bestrahlung der einzelnen LEDs Licht von unterschiedlicher Farbe emittiert werden, wobei der Farbraum zu großen Teilen abgedeckt ist. Insbesondere der Weißpunkt (Unbuntpunkt, Farbort  $x = y = z = 0,33$ ) kann sehr genau eingestellt werden. Damit ist die Erfindung als Weißlichtquelle zur Erzeugung rein weißen Lichts hoher Intensität ohne störenden Farbstich einsetzbar.

[0022] Mit großem Vorteil eignet sich dieses LED-Modul als Glühlampenersatz und kann beispielsweise als Weißlichtquelle in Projektoren verwendet werden. Hierbei sind besonders die geringen Abmessungen und die hohe Leuchtdichte des erfundungsgemäßen LED-Moduls von Vorteil.

[0023] Speziell eignet sich ein solches LED-Modul als Lichtquelle in LCD-Projektoren. Die mit der Erfindung ausgestatteten LCD-Projektoren können sehr kompakt ausgeführt werden, wobei die Lichtquelle hinsichtlich Lebensdauer, Energieverbrauch und anfallender Verlustwärme herkömmlichen Lichtquellen mit Glühdrähten überlegen ist. Aufgrund dieser Eigenschaften eignet sich die Erfindung vorzugsweise im mobilen Einsatz, beispielsweise im Kfz-Bereich.

[0024] Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht in der Dimmbarkeit des LED-Moduls, d. h. der Änderung der Leuchtdichte durch Variation des Betriebstroms. Im Gegensatz zu Glühdrähten tritt dabei in einem großen Leuchtdichteintervall keine wesentliche spektrale Änderung des abgestrahlten Lichts auf. Die Variation des Betriebsstroms kann dabei beispielsweise durch Pulsweitenmodulation erfolgen.

[0025] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die LEDs in Form einer Matrix auf dem Träger angeordnet. Dies erlaubt eine hohe Packungsdichte der LEDs und erleichtert die automatisierte Herstellung des LED-Moduls.

[0026] Weitergehend sind die LEDs mit jeweils gleicher Farbe in einem regelmäßigen, matrixartigen Muster auf dem Träger angeordnet. Unter einer regelmäßigen Anordnung ist dabei eine Anordnung zu verstehen, die durch wiederholte Aneinanderreihung eines oder mehrerer Grundmuster entsteht. Durch eine solche Anordnung wird die Ansteuerung der LEDs vereinfacht und der Verdrahtungsaufwand bei der Herstellung reduziert.

[0027] Um eine homogene Farbmischung zu erzielen, ist es vorteilhaft, die LEDs hinsichtlich ihrer Farbe in periodisch wiederkehrender Folge in den Matrixzeilen anzuordnen, wobei vorzugsweise die LED-Anordnungen in den einzelnen Matrixzeilen gleich oder gleichartig sind.

[0028] Werden die Anordnungen in den einzelnen Matrixzeilen so aufeinander ausgerichtet, daß in den Matrixspalten jeweils LEDs der selben Farbe angeordnet sind, so können gleichfarbige LEDs jeweils einer Spalte sehr leicht in Serienschaltungen zusammengefaßt werden.

[0029] Besonders vorteilhaft ist es, die Anordnungen in den Matrixzeilen mit gerader Zeilennummer (bei fortlaufender Numerierung) um eine Spaltenbreite gegenüber den Anordnungen in den Matrixzeilen mit ungerader Zeilennummer jeweils nach links oder nach rechts zu verschieben. Dadurch werden einfarbige Spalten vermieden, die Ausbildung von Farbartefakten unterdrückt und ein besonders homogener Farbeindruck erzielt. Zugleich lassen sich die LEDs gleicher Farbe leicht durch zick-zackartige Verbindungen zu Serienschaltungen zusammenfassen.

[0030] Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben aus der nachfolgenden Beschreibung von vier Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Fig. 1 bis 4.

[0031] Es zeigen:

[0032] Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfundungsgemäßen LED-Moduls,

[0033] Fig. 2 eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfundungsgemäßen LED-Moduls,

[0034] Fig. 3 eine schematische Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfundungsgemäßen LED-Moduls und

[0035] Fig. 4 eine schematische Ansicht eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfundungsgemäßen LED-Moduls.

[0036] Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind dabei mit den selben Bezeichnungen versehen.

[0037] Der Träger 2 des in Fig. 1 dargestellten LED-Moduls 1 weist ein entsprechend der unten beschriebenen LED-Chipanordnung strukturiertes Siliziumsubstrat 5 auf, das auf einen Kühlkörper 3 in Form eines Kupferblocks aufgetötet ist. Als Lot 4 wird ein Gold-Zinn-Lot verwendet, so daß eine mechanisch stabile Verbindung und ein effizienter Wärmeübergang zwischen dem Siliziumsubstrat 5 und dem Kupferblock 3 gewährleistet ist. Alternativ kann das Siliziumsubstrat 5 auch mittels eines wärmeleitfähigen Klebstoffs mit dem Kupferblock 3 verbunden sein.

[0038] Das Siliziumsubstrat 5 ist mehrlagig gebildet. Den Substratkörper bildet eine Schicht aus undotiertem Silizium. Darauf ist eine zweilagige Isolierschicht 6 aufgebracht, die aus einer Siliziumoxidschicht 7 und einer Siliziumnitridschicht 8 besteht, wobei die Siliziumoxidschicht 7 an den Substratkörper grenzt.

[0039] Die so gebildete, zweilagige Isolierschicht 6 ist mit den bekannten Methoden der Siliziumtechnologie leicht herstellbar und zeichnet sich neben der elektrischen Isolereigenschaft durch große Beständigkeit, insbesondere gegen Eindringen von Feuchtigkeit aus.

[0040] Auf die Isolierschicht 6 ist eine Mehrzahl von voneinander getrennten Metallflächen 9 aufgebracht, auf denen wiederum Chipanschlüsse 10 ausgebildet sind. Die Metallflächen 9 bestehen vorzugsweise aus Aluminium. Ein Chipanschlüsse 10 weist jeweils einen Stapel aus drei dünnen Metallschichten auf, die von der Seite des Siliziumsubstrats 5 aus gesehen aus Titan, Platin und Gold bestehen.

[0041] Auf die Goldoberfläche des Chipanschlüssebereichs 10 ist jeweils ein LED-Halbleiterkörper 11 mittels eines leitfähigen Klebstoffs aufgeklebt. Eine Lötverbindung zwischen Halbleiterkörper 11 und Chipanschlüssebereich 10 wäre ebenfalls möglich.

[0042] Zur weiteren Kontaktierung sind die Halbleiterkörper 11 auf der dem Träger 2 abgewandten Seite mit einer Kontaktfläche 12 versehen und mit Drahtverbindungen 13 untereinander verbunden. Die Aluminiumflächen 9 dienen sowohl als Drahtanschlüsse, die jeweils elektrisch in Verbindung mit der dem Träger 2 zugewandten Seite des aufmontierten Halbleiterkörpers 11 stehen, als auch als Reflektoren für die im Betrieb erzeugte Strahlung.

[0043] Die Dicke des Kupferblocks 3 beträgt bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel 3,0 mm, die Dicke des Siliziumsubstrats 5 220  $\mu\text{m}$  und die Dicke der Isolierschicht 60,62  $\mu\text{m}$ . Die Aluminiumschicht 9 ist mit einer Dicke von 1,0  $\mu\text{m}$ , der Chipanschlüssebereich 10 mit einer Gesamtdicke von 0,3  $\mu\text{m}$  ausgebildet. Mit einem 200  $\mu\text{m}$  dicken Halbleiterkörper wird bei einem Rastermaß von 600  $\mu\text{m} \times 600 \mu\text{m}$  und einem Halbleiterquerschnitt von 260  $\mu\text{m} \times 260 \mu\text{m}$  ins-

gesamt ein thermischer Widerstand von 177 K/W, bezogen auf eine Rastereinheit, erreicht.

[0044] Unter stationären Bedingungen beträgt damit bei einer typischen elektrischen Verlustleistung von 50 mW pro LED der Temperaturunterschied zwischen Halbleiteroberfläche und Trägerunterseite etwa 8,9 K (unabhängig von der Anzahl der Rastereinheiten).

[0045] In Fig. 2a ist die flächige Anordnung der LEDs in der Aufsicht gezeigt. Auf dem Träger sind insgesamt 180 LEDs 11 montiert, je 60 LEDs mit einer Zentralwellenlänge im roten, grünen und blauen Spektralbereich. Die LEDs sind in Form einer Matrix angeordnet, wobei in jeder Matrixzeile 17a, b in periodischer Folge eine rote LED 14, eine grüne LED 15 und eine blaue LED 16 nebeneinander angeordnet sind.

[0046] Die Anordnungen in den einzelnen Matrixzeilen 17a, b sind dabei so aufeinander ausgerichtet, daß die Matrixzeilen mit ungerader Zeilennummer 17b jeweils dieselbe Anordnung aufweisen und so in diesen Matrixzeilen 17b jeweils gleichfarbige LEDs untereinander angeordnet sind. Unter der Zeilennummer ist dabei die Nummer zu verstehen, die bei üblicher, fortlaufender Numerierung der Matrixzeilen von oben nach unten den einzelnen Matrixzeilen jeweils zugewiesen ist.

[0047] Die Anordnung der LEDs in den Matrixzeilen 17a mit gerader Zeilennummer entspricht der Anordnung in den Matrixzeilen 17b mit ungerader Zeilennummer, ist jedoch gegenüber den Matrixzeilen 17b mit ungerader Zeilennummer um eine Spaltenbreite nach links verschoben. In der linken Randspalte sind nur die ungeradzahligen Matrixzeilen 17b, in der rechten Randspalte nur die geradzahligen Matrixzeilen 17a mit LEDs bestückt, so daß jede Matrixzeile dieselbe Anzahl von LEDs enthält.

[0048] Diese Gesamtanordnung der LEDs ermöglicht eine Verdrahtung der untereinander liegenden LEDs gleicher Farbe durch eine zickzackartige Serienschaltung und damit eine einfache Ansteuerung gleichfarbiger LEDs.

[0049] Gegenüber einer Anordnung, in der in den Matrixspalten nur gleichfarbige LEDs angeordnet sind, besitzt die gezeigte Anordnung den Vorteil, daß keine durchgehenden Linien oder Diagonalen gleicher Farbe auftreten. Damit wird eine homogen mischfarbige Abstrahlung erreicht und das Auftreten störender Artefakte unterdrückt.

[0050] Die Verdrahtung erfolgt in Richtung der Matrixspalten, wobei der Kontakt 12 auf dem Halbleiterkörper 11 einer jeden LED außer in der letzten Matrixzeile durch eine Drahtverbindung 13 mit der Aluminiumfläche 9 der diagonal darunterliegenden LED gleicher Farbe verbunden ist.

[0051] Die LEDs der ersten und letzten Matrixzeile sind mit Drahtverbindungen an weiter außen liegenden Kontaktflächen 18 angeschlossen. Im Betrieb werden über diese Kontaktflächen 18 jeweils die in zwei benachbarten Spalten angeordneten LEDs gleicher Farbe mit Strom versorgt.

[0052] Aufgrund der LED-Serienschaltung kann das Modul mit Spannungen versorgt werden, die einem Vielfachen der LED-Versorgungsspannungen entsprechen und die ohne großen Aufwand aus den üblichen mobilen Bordnetzen erzeugt werden können.

[0053] Da die LED-Spalten gleicher Farbe voneinander getrennt angeschlossen werden können, ist auch bei einem Ausfall einer Spalte das Modul mit Vorteil noch weitgehend funktionstüchtig.

[0054] In Fig. 2b ist eine Aluminiumfläche 9 vergrößert dargestellt. Diese Fläche 9 besitzt eine rechteckige Grundform, wobei an einer Ecke eine rechteckige Ausnehmung 19 gebildet ist und an einer der Ecken gegenüberliegenden Kante ein der Ausnehmung 19 entsprechendes, etwas verkleinertes Flächenstück 20 angesetzt ist.

[0055] Diese Formgebung ermöglicht eine flächenfüllende und voneinander isolierte Anordnung der Aluminiumflächen 9. Das Flächenstück 20 bildet dabei den Drahtanschlußbereich zur Kontaktierung des jeweils auf der Aluminiumfläche 9 aufgebrachten Halbleiterkörpers 11. Dieser Drahtanschlußbereich ist von dem Chipanschlußbereich 10 beabstandet, da sich bei der Montage des Halbleiterkörpers 11 auf den Chipanschlußbereich 10 Lot- bzw. Klebstoffreste in der Umgebung des Chipanschlußbereichs 10 ablagern können, die eine sichere Drahtkontaktierung erschweren.

[0056] Die in den geradzahligen Matrixzeilen 17a angeordneten Flächen 9 entsprechen der in Fig. 2b gezeigten Form. Die Flächen 9 in den ungeradzahligen Matrixzeilen 17b gehen aus dieser Form durch horizontale Spiegelung hervor. Die abwechselnde Anordnung dieser Formen ermöglicht die gezeigte Serienschaltung mit Zickzackverdrahtung bei vorteilhaft kurzen Verdrahtungswegen.

[0057] Das so gebildete LED-Modul weist eine Kantenlänge von etwa 9 mm × 10 mm auf und erreicht für Weißlicht eine Leuchtdichte von 77 kcd/m<sup>2</sup>. Damit stellt das LED-Modul eine Lichtquelle mit einstellbarer Farbe, insbesondere eine Weißlichtquelle auf LED-Basis mit höchster Packungs- und Leuchtdichte dar.

[0058] In Fig. 3 sind weitere vorteilhafte Anordnungen hinsichtlich der LED-Farbe gezeigt. Bei dem in Fig. 3a dargestellten Ausführungsbeispiel sind die LEDs in den Matrixzeilen wiederum in periodisch wiederkehrender Folge angeordnet. In den Matrixspalten sind jeweils LEDs gleicher Farbe angeordnet. Die Serienschaltung von LEDs gleicher Farbe ist hierbei besonders einfach.

[0059] Bei dem in Fig. 3b dargestellten Ausführungsbeispiel sind die LEDs in den Matrixzeilen ebenfalls in periodisch wiederkehrender Folge angeordnet. Die Anordnung in einer Matrixzeile ergibt sich dabei ab der zweiten Zeile aus der darüberliegenden Matrixzeile durch Verschiebung um eine Spaltenbreite nach rechts. Auch hier können die LEDs gleicher Farbe durch Serienschaltungen entlang der Diagonalen von links oben nach rechts unten leicht zusammengefaßt werden.

[0060] Das in Fig. 3c dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht der in Fig. 2a gezeigten Anordnung. Hierbei wurden durchgehende Linien gleicher Farbe verniedigt, so daß keine störenden Artefakte entstehen können und so eine besonders homogen abstrahlende Lichtquelle gebildet ist.

[0061] Selbstverständlich können beide zyklische Dreierpermutationen der LED-Farben, die in Fig. 3d dargestellt sind, verwendet werden. Ebenso können alle Matrixzeilen gegen die entsprechenden Spalten vertauscht werden.

[0062] Bei der in Fig. 3e dargestellten Anordnung sind nur die innerhalb eines kreisförmigen Umrisses (gestrichelt) liegenden Rasterplätze bestückt. Diese Anordnung ist vorteilhaft in Verbindung mit einer Optik mit einer entsprechenden kreisförmiger Eintrittsapertur, wie sie beispielsweise zylindersymmetrische Optiken aufweisen. Durch die gezeigte Anordnung wird die Eintrittsapertur gleichmäßig ausgeleuchtet. Zugleich wird durch die Reduktion der LED-Bestückung auf Rasterplätze, die innerhalb der Eintrittsapertur liegen, die Leistungsaufnahme des LED-Moduls vorteilhaft gesenkt, ohne damit die Ausleuchtung der Optik zu verringern.

[0063] Hinsichtlich ihrer Farben sind die LEDs bei diesem Ausführungsbeispiel ähnlich wie in Fig. 3c angeordnet, so daß LEDs gleicher Farbe durch zickzackartige Serienschaltung in Richtung der Matrixspalten zusammengefaßt werden können. Hingegen wurde von der periodisch wiederkehrenden Anordnung entlang der Matrixzeilen abgewichen und die Anzahl der grünen LEDs erhöht, so daß bei diesem Modul insgesamt 34 grüne, 19 rote und 16 blaue LEDs ver-

wendet werden. Bei dieser Gewichtung der LED-Anzahl erzeugt das LED-Modul bei gleicher Bestromung aller LEDs weißes Mischlicht.

[0064] Je nach Anwendungsfall können auch einzelne Aspekte der in den Fig. 3a bis 3c dargestellten Anordnungen kombiniert werden. Selbstverständlich können auch einfachere Schaltungen und Anordnungen, beispielsweise eine ungeordnete Verteilung der LED-Farben oder eine reine Serienschaltung aller LEDs verwendet werden. Im letzteren Fall hängt wie bei Fig. 3e der Farbton des Mischlichts von den Häufigkeiten der LEDs gleicher Farbe ab.

[0065] In Fig. 4 ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in vormontiertem Zustand gezeigt. Das LED-Modul 1 ist auf das Zentrum einer Grundplatte 21 aus Kupfer geklebt oder gelötet. Die Kontaktanschlüsse 18 zur Stromversorgung der LED-Matrixspalten sind über einen Leiterrahmen 22 mit strahlenförmig nach außen verlaufenden Leiterbahnen zu vergrößerten Lötanschlüssen 23 am Rand der Grundplatte geführt, wobei die Lötanschlüsse 23 so beabstandet und ausgeführt sind, daß sie leicht mit einer elektronischen Baugruppe zur Ansteuerung bzw. Stromversorgung des LED-Moduls 1 verbunden werden können.

[0066] Über dem Leiterrahmen ist ein Vergußrahmen 24 montiert, dessen Innenbereich mit einer dünnen Vergußschicht, vorzugsweise aus einem transparenten Reaktionsharz wie zum Beispiel Epoxidharz, zum Schutz des LED-Moduls gefüllt ist.

[0067] Die Erläuterung der Erfindung anhand der beschriebenen Ausführungsbeispiele ist selbstverständlich nicht als Beschränkung der Erfindung zu verstehen.

#### Patentansprüche

1. LED-Modul (1) mit einer Mehrzahl von LED-Halbleiterkörpern (11) und einem Träger (2) mit einer ersten und einer zweiten Hauptfläche, wobei der Träger (2) mindestens eine Halbleiterschicht (5) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hauptfläche des Trägers (2) eben ausgebildet ist und die LED-Halbleiterkörper (11) auf der ersten Hauptfläche des Trägers aufgebracht sind.
2. LED-Modul (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Halbleiterschicht (5) Silizium oder Galliumarsenid enthält.
3. LED-Modul (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger mehrlagig gebildet ist.
4. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (2) auf der Seite der ersten Hauptfläche von mindestens einer elektrischen Isolierschicht (6) begrenzt ist.
5. LED-Modul (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Isolierschicht (6) mehrlagig gebildet ist.
6. LED-Modul (1) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Isolierschicht (6) Siliziumoxid oder Siliziumnitrid enthält.
7. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf der ersten Hauptfläche des Trägers (2) leitfähige Bereiche (9) ausgebildet sind, auf die die LED-Halbleiterkörper (11) aufgebracht sind.
8. LED-Modul (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die leitfähigen Bereiche (9) ein hohes Reflexionsvermögen im Spektralbereich der von den LED-Halbleiterkörpern (11) emittierten Strahlung aufweisen.
9. LED-Modul (1) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die leitfähigen Bereiche (9) Alu-

minium enthalten.

10. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Isolierschicht (6) Chipanschlußbereiche (10) gebildet sind und die LED-Halbleiterkörper (11) auf den Chipanschlußbereichen (10) aufgebracht sind.
11. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß auf den leitfähigen Bereichen (9) Chipanschlußbereiche (10) gebildet sind und die LED-Halbleiterkörper (11) auf den Chipanschlußbereichen (10) aufgebracht sind.
12. LED-Modul (1) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Chipanschlußbereiche (10) jeweils einen Stapel dünner Metallschichten aufweisen.
13. LED-Modul (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallschichten Titan, Kupfer oder Edelmetalle, insbesondere Gold oder Platin, enthalten.
14. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (2) auf der Seite der zweiten Hauptfläche mit einem Kühlkörper (3) verbunden ist.
15. LED-Modul (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (3) Kupfer oder Aluminium enthält.
16. LED-Modul (1) nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (3) an die Halbleiterschicht (5) grenzt.
17. LED-Modul (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (3) mit der Halbleiterschicht (5) durch eine Lötmasse (4) oder einen wärmeleitfähigen Klebstoff verbunden ist.
18. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die LED-Halbleiterkörper (11) auf dem Träger (2) in Form einer Matrix angeordnet sind.
19. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die LED-Halbleiterkörper (11) im Betrieb Licht verschiedener Zentralwellenlänge emittieren.
20. LED-Modul (1) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das von den einzelnen LED-Halbleiterkörpern (11) im Betrieb emittierte Licht Zentralwellenlängen im roten, grünen oder blauen Spektralbereich aufweist.
21. LED-Modul (1) nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die LED-Halbleiterkörper (11) mit der jeweils gleichen Zentralwellenlänge regelmäßig auf dem Träger (2) angeordnet sind.
22. LED-Modul (1) nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die LED-Halbleiterkörper (11) in den Matrixzeilen (17a, b) bezüglich ihrer Zentralwellenlängen in periodisch wiederkehrender Folge angeordnet sind.
23. LED-Modul (1) nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung der LED-Halbleiterkörper (11) in den Matrixzeilen (17a, b) bezüglich der Zentralwellenlängen dieselbe periodisch wiederkehrende Folge aufweist.
24. LED-Modul (1) nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß in den Matrixspalten jeweils LED-Halbleiterkörper (11) mit derselben Zentralwellenlänge angeordnet sind.
25. LED-Modul (1) nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung der LED-Halbleiterkörper (11) in den Matrixzeilen (17b) mit ungerader Zeilennummer gleich ist und die Anordnung in den

Matrixzeilen (17a) mit gerader Zeilennummer aus der darüber liegenden Matrixzeile (17b) durch Verschiebung um eine Spaltenbreite nach links oder nach rechts hervorgerufen.

26. Verwendung eines LED-Moduls (1) nach einem 5 der Ansprüche 19 bis 25 zur Erzeugung weißen Mischlichts, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbort des Mischlichts durch den Betriebsstrom der LED-Halbleiterkörper (11) festgelegt wird.

27. Verwendung eines LED-Moduls (1) nach An- 10 spruch 26 zur Erzeugung weißen Mischlichts, dadurch gekennzeichnet, daß die LED-Halbleiterkörper (11) mit gleicher Zentralwellenlänge mit dem gleichen Betriebsstrom versorgt werden.

28. Verwendung eines LED-Moduls (1) nach einem 15 der Ansprüche 19 bis 25 zur Erzeugung von Mischlicht, dadurch gekennzeichnet, daß die Häufigkeiten der LED-Halbleiterkörper (11) mit gleicher Zentralwellenlänge so gewählt sind, daß bei gleicher Bestra- 20 mung aller LED-Halbleiterkörper (11) weißes Misch- licht erzeugt wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

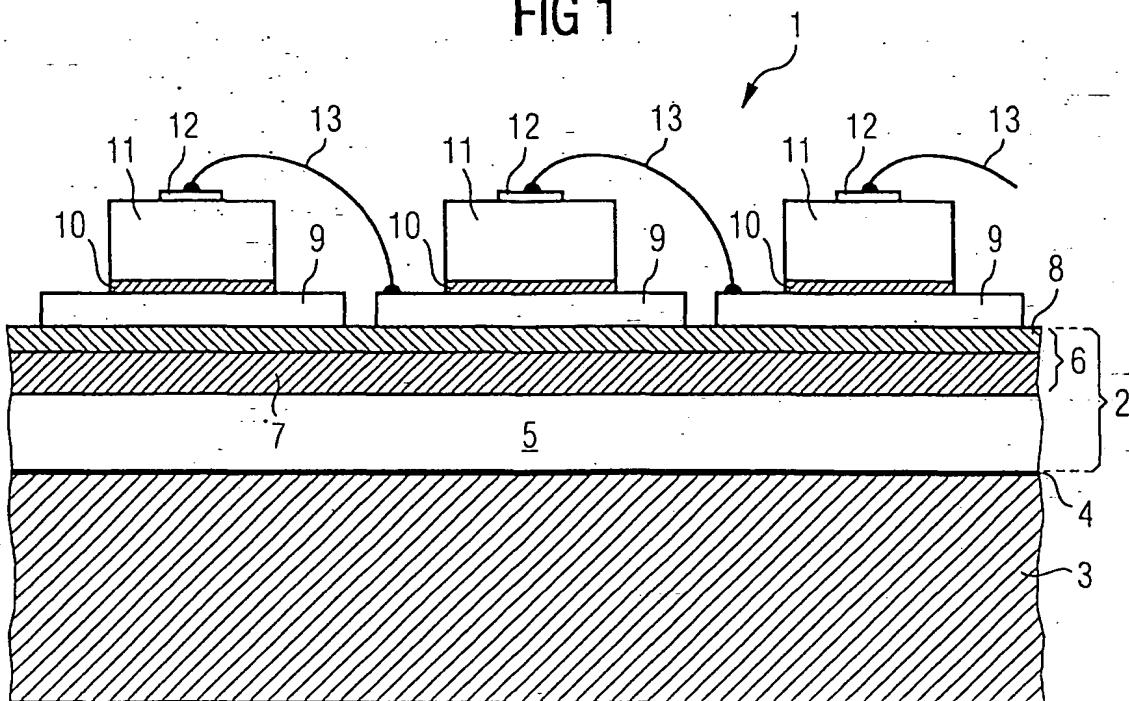


FIG 2a

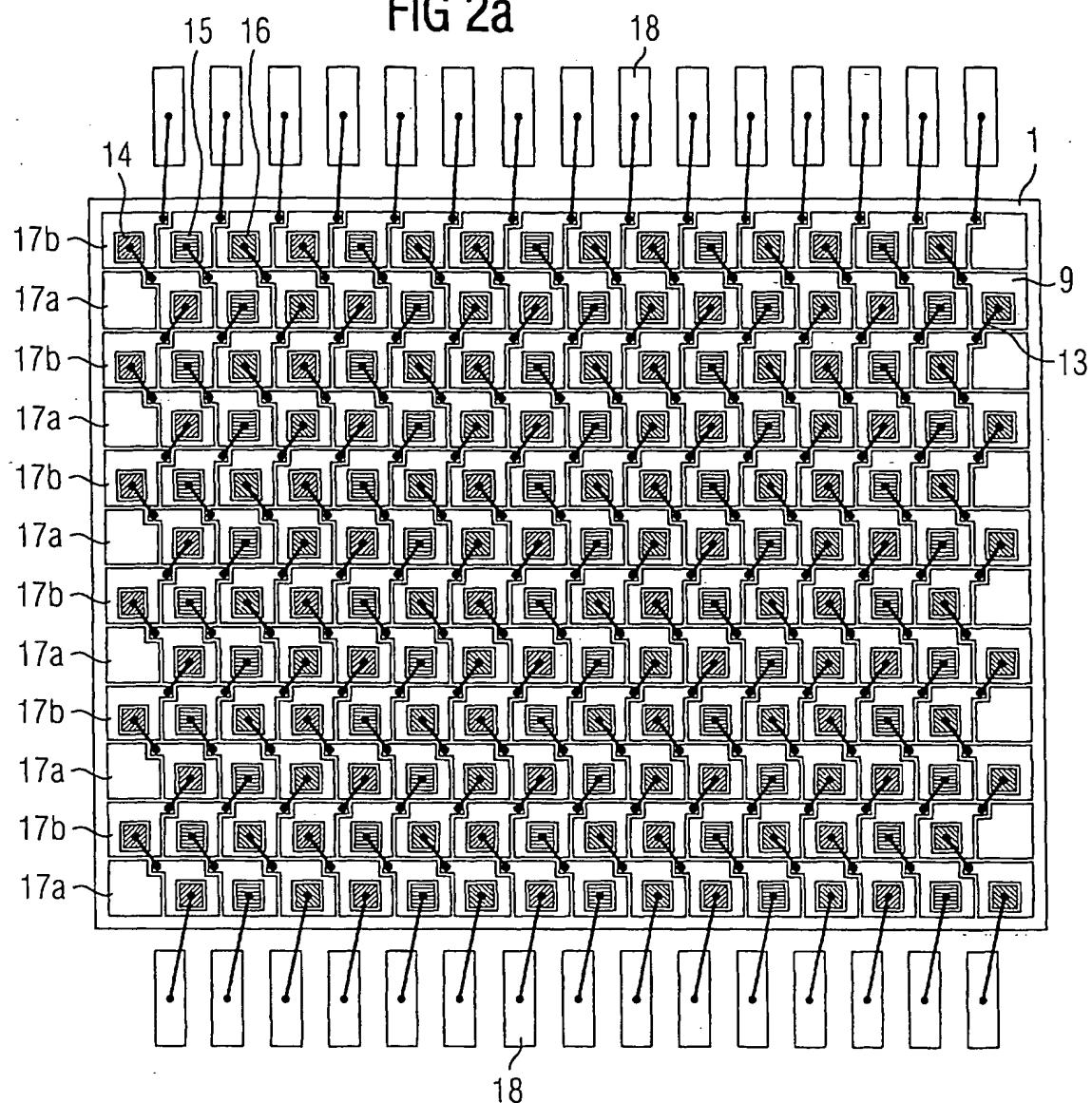


FIG 2b

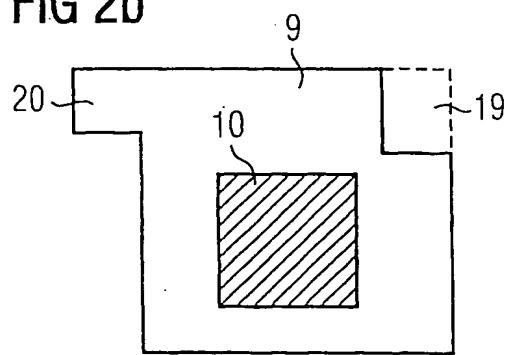


FIG 3

b)

R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G
G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
14														
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G
G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
15														
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G
G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
16														
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G
G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G
G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R

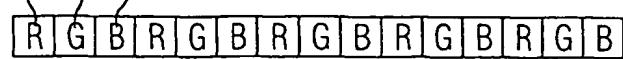
c)

R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
14	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
15	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
16	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	

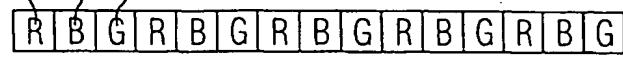
FIG 3

d)

14 15 16



14 16 15



e)

14 16 15

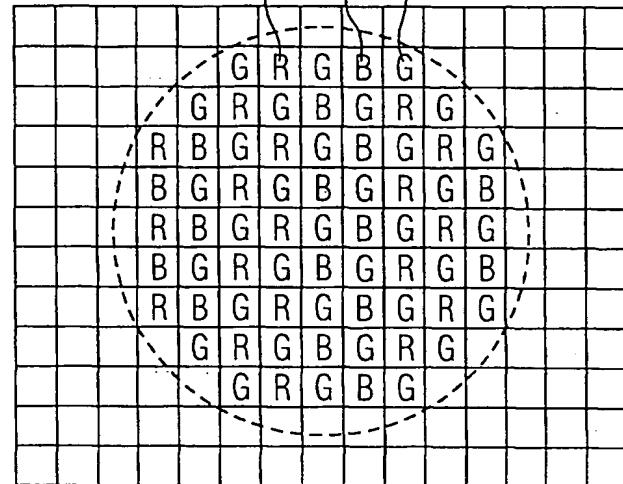


FIG 4

